

巨大地震にどう備えるか

——ライフラインからライフスポットへ——

How should we prepare for the giant earthquake?
: from Disaster prevention community to Environmental community

中 村 太 和 ・ 今 西 武

Nakamura, Taiwa & Imanishi, Takeshi

ABSTRACT

In the Great Hansin-Awaji Earthquake, the life-line was restored through the support from the surrounding area at the considerable early stage. But in the Great Nankai-Tohnankai Earthquake that will occur in the near future, there is high possibility that a lot of villages will be isolated for a long term without any support from the surrounding area.

Assumed such a situation, it will be an extremely important problem that resources existing in the regions are used and life-spots are maintained to prepare for the giant earthquake. Disaster prevention community means a region where through using regional resources, the autonomy and self-support system is maintained. Disaster prevention community will function as a recycling society based on the use of regional resources, that is, the base of Environmental community.

目 次

はじめに

I. 大震災とライフライン

1. 阪神・淡路大震災
2. 新潟県中越地震
3. 東海・東南海・南海大地震

II. ライフラインからライフスポットへ

1. ライフスポット整備の基本視点
2. 具体的実験：“防災合宿 in 熊野川”

III. 新たな防災グッズの開発

1. 備蓄燃料の開発と実用性の検証
2. 救難サインの開発と実用性の検証

おわりに

はじめに

2004 年は「災害列島・日本」を象徴する年であった。奇しくも阪神・淡路大震災（以下、阪神・淡路と略記）から 10 年のこの年、10 個の台風の上陸と集中豪雨によって死者・行方不明者合わせて 306 名という大きな被害が発生し、10 月には新潟県中越地震（以下、中越と略記）が襲った。阪神・淡路が都市部の直下型地震の典型であったのに対し、中越は地方の農山村部を襲った直下型地震であり、新潟県内の多くの集落が孤立した。「孤立分散型被災⁽¹⁾」の典型と言える。阪神・淡路から 10 年が経過してその教訓はどう活かされたのか、あるいは活かされていないのか。とりわけ、電力・ガス・水道などのライフラインを担う公益事業にとって重要な点検課題である。

さらに、近い将来予想される東海・東南海・南海大地震（以下、東海・東南海・南海と略記）にどう備えるのかが、極めて重要な国民的課題として浮上してきている。阪神・淡路および中越の場合、都市型か農山村型かという相違はあれいずれも直下型の地震であり、被害は大きくてもその範囲は限定されていて周

（1）塩崎賢明ほか編『大震災 10 年と災害列島』クリエイツかもがわ、2005 年、282 ページ。

辺からの応援により主要なライフラインはかなり「早期」（一週間から三ヵ月）に復旧された。しかし、将来予想される海溝型大地震の場合被害が及ぶ範囲は極めて広範であり、東海・東南海・南海が連動した場合には関東から九州に至る広範な地域が地震と津波の二重の打撃を受けることになる。あるいは場合によっては集中豪雨との三重の、さらには東海大地震で中部電力の浜岡原発が崩壊した場合には四重の大打撃を受ける可能性もある。地震と津波の場合であっても、同じく被害を受けた周辺部からの救援は不可能であり、とりわけ紀伊半島は相当長期にわたり孤立して半島全体が「山古志村」になる可能性が高い。

ライフラインを通して外部の資源に全面的に依存する近代的システムが長期にわたって機能不全に陥ったとき、孤立した地域はそれぞれの地域にある資源を活用してライフラインから自立した「自給」システムすなわちライフスポットを整備して“サバイバル”せざるを得ない。海溝型巨大地震の発生が近未来の想定に入った今、ライフラインをどう補強すべきなのか、さらには災害に強いコミュニティづくりのためにライフスポットをどう整備していくべきなのか考えてみたい。

なお、本論文は中村太和・今西 武の共同論文であり、Ⅰ・Ⅱは中村が、Ⅲは今西が分担執筆している。今西は和歌山大学防災研究教育プロジェクトコーディネーターであり、新たな防災グッズ・システムの企画、開発の中心メンバーとして活動している。

Ⅰ. 大震災とライフライン

公益事業とは、電線・ガス管・道路などの物理的媒体で繋がったネットワーク型の産業であり、現代社会におけるそのサービスの必需性およびネットワークに対する重複投資の社会的非効率性（自然独占性）を根拠に公的規制（公益事業統制）の下に置かれている産業である。電力、ガス、水道、運輸、通信などがその対象であり、必需性・ネットワーク性ゆえにライフラインとも呼ばれている。ライフラインは、それなしには現代的な生産も生活も出来ないまさに

「命綱」であるが、ラインであるが故に災害時にラインが切断されサービスの供給が途絶するという脆弱性を持っている。阪神・淡路，中越におけるライフラインの切断・復旧の状況と東海・東南海・南海の被害予測とを対比しながら，そこから如何なる教訓を引き出すべきか整理しておきたい。

1. 阪神・淡路大震災

阪神・淡路大震災は，死者 6398 人，負傷者約 4 万人，家屋の全壊・全焼約 19 万世帯という巨大な被害をもたらした都市部の直下型地震の典型である。ライフラインの被害と復旧の状況は表 1 の通りである。

電気通信では，市内の 8 つの交換局が商用電源の途絶とバックアップ電源の倒壊による停電で交換機が稼働せず，28 万 5 千回線が被災した。移動電源車による応急的な電源供給が確立するまで 30 時間の通信機能マヒが発生した。電力では，火力発電所 10 カ所，変電所 18 カ所および送配電網の損傷により 260 万戸が停電し，ガスと水道ではそれぞれ 85 万戸，127 万戸が供給停止になった。鉄道，高速道路，港湾にも大きな被害が生じたことは周知の所である。⁽²⁾

表 1 ライフラインの被害と復旧

区 分	主 な 被 害	復 旧 年 月 日
電 気	約260万戸が停電（大阪府北部含む）	H7.1.23 倒壊家屋等除き復旧
ガ ス	約84万5千戸が供給停止	H7.4.11 倒壊家屋等除き復旧
水 道	約127万戸が断水	H7.2.28 仮復旧完了 H7.4.17 全戸通水完了
下水道	被災施設：18処理場、47ポンプ場 管渠延長約316km	H7.4.20 仮復旧完了 H11.4.27 復旧工事完了
電 話	交換機系：約28万5千回線が不通 加入者系：約19万3千回線が不通	H7.1.18 交換設備復旧完了 H7.1.31 倒壊家屋等除き復旧

出所：兵庫県 阪神・淡路大震災の復旧・復興の状況について

塩崎賢明ほか編『大震災 100 の教訓』クリエイツかもがわ，2002 年，51 ページより引用。

このように阪神・淡路大震災でライフラインは大きな被害を受けたが、復旧の状況を見ると、道路、港湾を除いて想像以上に早期に復旧工事が完了している。電力では地震直後に 260 万戸が停電したが、停電世帯は当日のうちに 100 万戸、翌日には 40 万戸に減少し、7 日目・153 時間後には応急送電が完了している。電話についても 15 日後の 1 月 31 日に復旧が完了している。

このような早期復旧が可能であったのは、当該企業グループの作業員が周辺から、そして同業他社の応援部隊が全国から大量に組織されたからであった。電力では、17 日午前 10 時には関西電力から他の電力会社へ応援要請が出され、17 日夜半には各電力会社からの応援部隊が現地に入っている。北海道電力と沖縄電力からも応援の申し出があったが、地理的条件を考慮して関西電力の方から断っている。1 月 19 日には 3136 人、21 日には 6148 人の作業員が現地で復旧工事に当たっており、そのうちの 326 人が他電力からの応援部隊であった。ガスでは、大阪ガスグループの 6000 人の他に全国からの応援が 3700 人あり、1 万人近い作業員が復旧にあたった。応援部隊の中心は関東からの 2010 人、東海北陸からの 690 人であり、近畿からは 120 人であった。

ガスの復旧は 4 月 11 日（85 日目）、上水道は 4 月 17 日（91 日目）であったが、電力、電話に比べて復旧に時間がかかったのは管路というその特性による。ガスの場合には①ガス栓の閉栓、② 2000～3000 戸単位に作業地域を分割してガスパイプの点検・修理、③ガス栓の開栓という手順が踏まれる。水道の場合も、区間を区切って水道管に試験注水して大丈夫であれば次の区間へ、漏れていれば水を抜いて修繕という作業手順が必要であり、復旧には当然時間がかかる。

鉄道、道路、港湾の場合には大規模な復旧工事が必要であり、すべての鉄道が

✓(2) 塩崎賢明ほか編『大震災 100 の教訓』クリエイツかもがわ、2002 年、15、51 ページ。『ライフライン地震防災シンポジウム 阪神・淡路大震災に学ぶ』関西ライフライン研究会、1997 年、230-237 ページ。「阪神・淡路大震災の教訓情報分析・活用調査」委員会編「阪神・淡路大震災教訓情報資料集の概要」<http://www.hanshin-awaji.or.jp/kyoukun/outline.html>。神戸市消防局「阪神・淡路大震災」、関西電力「阪神淡路大震災応急送電までの 7DAYS」、大阪ガス「阪神・淡路大震災 復旧活動の記録」の各ホームページを参照。

復旧したのは8月23日(218日目)であった。高速道路では、中国と名神は7月末に復旧したが、阪神高速神戸線の被害は大きく復旧は翌年の9月30日であった。港湾はさらに遅れ、翌々年の3月31日であった⁽³⁾。

2. 新潟県中越地震

2004年10月の新潟県中越地震は、地方の農山村における直下型地震の一つの典型であった。地震の死者48人、負傷者4804人、全壊家屋は2515棟、避難者は最大で10万3000人。阪神・淡路と比較すると被害は相対的に小さかったが、阪神・淡路の教訓が活かされた点と活かされていない点があり、また農山村ゆえの新たな特徴と課題も明らかになった。

阪神・淡路の教訓がどう活かされたかという点では、以下の点は前進と言える。

- ①阪神・淡路では政府にまともな危機管理体制がなかったため初期の救出活動が大幅に遅れたが、中越では自衛隊が30分後には偵察ヘリを飛ばし、24日には山古志村の被災者をヘリで搬出しており、初動体制の整備という点では前進があった。
- ②阪神・淡路では仮設住宅が被災地から遠く離れた郊外に設置され、しかも高齢者優遇を理由に地域の事情を考慮せずにバラバラに入居させたため高齢者に多くの「孤独死」を生み出した。中越では自宅敷地内への仮設住宅の設置も認め、また集落ごとにまとまって仮設に入居したため「孤独死」は回避された。
- ③ライフラインについては一定の前進があった。ガスでは、阪神・淡路以降震度5以上の揺れでガスの元栓が自動的に閉まるマイコンメーターが設置され、耐震性の大きな素材への管路の切り替えなどと合わせて成果を上げ

(3) メモリアル・コンファランス・イン神戸編『12歳からの被災者学 阪神・淡路大震災に学ぶ78の知恵』NHK出版、2005年、38-61、234-237ページ。関西電力、大阪ガスの各ホームページを参照。

ている。⁽⁴⁾

他方で、被災状況を全体としてみれば阪神・淡路の教訓はほとんど活かされておらず、また農山村部における直下型地震としてまったく新たな課題も提起された。

①プライバシーもない体育館での雑魚寝、おにぎりやパンだけの食事、足りないトイレ、被災後の疲労死、多くの「災害弱者」の存在——このような被災直後の状況は10年前の阪神・淡路とまったく同じであり、ほとんど改善が見られない。社会的弱者を放置して効率と成長を追求してきた日本社会の矛盾が、災害現場において剥き出しの形で露呈した姿と言わざるを得ない。

②ライフラインについては、新潟県内のNTTドコモ基地局420のうち34局が停電やケーブルの切断で使用できなくなり、復旧に10日間かかっている。また、行政の防災無線についても、電源の喪失やノウハウ不足により新潟県下19市町村で使用できなかった。

③中越地震の最大の特徴は、道路網の寸断により多数の集落が孤立したことである。震災後2週間たっても国道・県道100カ所近くが通行禁止になっており、山古志村は村全体が「陸の孤島」となった。道路は寸断され、情報も途絶して孤立した集落の人達はどうすれば良いのか。校庭にSOSの救難サインを書いて救助を待つ山古志村の人達の姿は、問題の所在を鋭く問うている。⁽⁵⁾

2004年における多様な災害の多発に対して、多くの都道府県が「地域防災計画」の見直しに着手し始めている。2005年7月時点で見直し終了が15道府県、協議中・見直し予定が25都府県である。見直しのポイントは、①2004年の災害による死者・不明者のほぼ半数が65歳以上の高齢者であり、避難に時間のかか

(4) 塩崎賢明ほか編（2005年）、294ページ。

(5) 同上書、280-283ページ。柳田邦男編『阪神・淡路大震災10年』岩波書店、2004年、2-9ページ。朝日新聞、2005年4月19日付、7月15日付。

る高齢者らを対象にした情報伝達や避難支援の具体化（25 府県），②孤立集落対策として衛星電話や備蓄食糧の配備（12 都道県）の 2 点である。⁽⁶⁾確かに防災計画をより実効的なものにするという点では一歩前進であるが，はたしてこのような対策で東海・東南海・南海大地震に対応できるのであろうか。

3. 東海・東南海・南海大地震

阪神・淡路，中越が直下型の地震であるのに対し，東海・東南海・南海はマグニチュード 8 を越える海溝型の巨大地震である。慶長地震（1605 年）から昭和の東南海（1944 年）・南海（1946 年）にかけて百年から百数十年間隔で南海トラフ沿いに巨大地震が発生しており，そのうち慶長，宝永，安政の場合には東海・東南海・南海が同時発生している。（安政の場合は一日違い）慶長以前の地震については文献が少なくて十分に分かっていないが，最近の遺跡調査により各地で同時期に大地震による噴砂が発見されており，3 つの地震は同時発生か連動することが多いことが分かってきている。現代日本においてこのような巨大地震が発生した場合，その被害は想像を絶するものになる。関東から九州にかけての太平洋沿岸は地震と津波により大打撃を受け，広域の救援体制がほとんど作動しないなかで多くの地域が長期にわたって孤立することになるであろう。

中央防災会議による被害想定を見れば，東海・東南海・南海が同時発生した場合，最悪ケースで死者 2 万 8300 人，建物の全壊 96 万棟，被害総額 81 兆円と想定されており，国土の半分が被害を受け復興には 10 年かかると言われる。しかし，地盤の液状化，石油タンクの「スロッシング」など新たな地震が起きるたびに「想定外の」被害が発生しているのが現実であり，被害は防災会議の想定を越える可能性がある。とくに最近注目されているのが周期 2～10 秒の長周期地震動であり，震源から遠く離れた超高層ビルや長大橋，石油タンクなどに深刻な被害を与える可能性が指摘されている。⁽⁷⁾

また，東海地震の予想震源域のご真ん中に中部電力の浜岡原発が建てられて

（6）朝日新聞，2005 年 7 月 15 日付。

いるが、果して巨大地震と津波に原発が耐えられるのかというきわめて深刻な問題がある。とりわけ浜岡原発 1・2 号基は耐震基準が緩かった時期に建設されており、また耐震データが改ざんされたという内部告発もあって耐震性に強い不安が出されている。2005 年 8 月の宮城県沖地震（M7.2）では、東北電力女川原発の岩盤の揺れが「設計用限界地震」すなわち現場で想定されていた最大の揺れを越えた。「限界地震」の想定を越える揺れが確認されたのは初めてであり、耐震基準の早急な見直しが必要である。そもそも巨大地震の予想震源域に原発を建設すること自体が異常であり、他の原発とは切り離して少なくとも浜岡原発だけは出来るだけ早急に運転停止にもっていくことが必要である。⁽⁸⁾

大都市における超高層ビルの崩壊、コンビナートの火災、原発建屋の崩壊が実際に起きるかどうかは誰にも分からないが（可能性がある以上は事前の備えが必要なことは論を待たない）、地方の沿岸部あるいは山村部が全面的に孤立することだけは間違いない。日本海側からの救援があっても太平洋ベルト地帯に集中するはずであり、紀伊半島および四国南部地域は、横からの救援も日本海側からの救援もなしに長期にわたり孤立することになろう。港湾が生き残っていれば海からの救援の可能性があるが、鉄道・道路網が各地で寸断され、通信網も機能不全に陥るなかでどのようにサバイバルしたら良いのであろうか。ライフラインを通した外部資源への依存が不可能である以上、ライフラインの切断と長期の孤立を前提にした自立・自給システムすなわちライフスポットを事前に整備しておくこと以外に方法はない。

✓(7) 塩崎賢明ほか編（2002 年）、41 ページ。神戸大学震災研究会編『大震災 5 年の歳月』神戸新聞総合出版センター、1999 年、402-403 ページ。

(8) 同上書、403-405 ページ。赤旗、2005 年 9 月 4 日付。

Ⅱ. ライフラインからライフスポットへ

1. ライフスポット整備の基本視点

ライフスポットを整備する場合の基本視点は以下の3点になる。

①地域資源を全面的に活用したシステム

外部資源への依存が不可能である以上、地域にある資源を活用してサバイバルできるシステムを作ることが必要である。人間の生物的生存に必須の3要素は食糧・エネルギー・水である。食糧については、現地にある穀物や野菜だけでなく保存食や山野草なども貴重な地域資源であり、災害に備えた休耕田の活用も大事なテーマになる。エネルギーについては、太陽、風などの自然エネルギーやバイオマスエネルギーの活用が基本になる。水については、汚濁した河川水をそのまま使用することは不可能であり、浄化・煮沸などの簡易なシステムの整備および雨水や地下水の活用がベースになる。

②簡易・低コストで地域住民が運用主体になるシステム

一般的に言ってハイテクは巨大災害に対して本質的に脆弱であり、サバイバルにおいて現場で最も威力を発揮するのはむしろローテクである。また、運用主体については、巨大災害発生時には行政も機能麻痺に陥っているはずであり、地域住民が主体にならざるを得ない。先人たちの知恵・ノウハウをもう一度見直しながら、地域住民主体で運用できる簡易で低コストのシステムを整備することが必要である。

③日常的に活用しながら非常時にも運用可能なシステム

非常時のみの活用を想定したシステムは、一般的に言っていざという時には役に立たない可能性が高い。防災とは直接関わりのない形で日常的に使用しながら、災害時にはライフスポットとして活用できるシステムを考えることが重要である。

以上の3つの視点を押さえた上で、ライフラインが全面的に途絶した状況下でライフスポットをどう整備していけばよいのか、具体的実験として“防災合

宿 in 熊野川”を行った。ライフスポットとして最低限整備することが必要な要素は、食糧、エネルギー、水、通信・情報伝達、運輸・交通、居住の6つである。

医療、福祉、災害弱者への対応など重要なテーマが数多くあるが、今回は6項目に限定した。

2. 具体的実験: “防災合宿 in 熊野川”

2005.8.9～11 和歌山県熊野川町旧敷屋小学校（現在は新宮市熊野川町）

主 催：和歌山大学防災研究教育プロジェクト・三重大学災害対策プロジェクト室・NPO 共育学舎

共 催：和歌山県・三重県・新宮市・熊野川町・紀宝町

後 援：ノーリツ鋼機・カメラの西本・石橋石油・電源開発

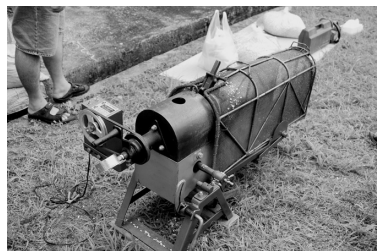
参加者：43名（教職員6、学生19、行政10、社会人8）

上記1の項目に対応する形で、実験内容および実験から明らかになった課題を整理しておきたい。

(1) 食糧

- ・非常食として新宮市、熊野川町、紀宝町から五目飯、白米、梅粥が、また電源開発から缶入りパンが提供された。
- ・現地の食材を利用した食事としてゴーヤ、ナスなどを使った冷え汁、野菜炒め、味噌汁を作った。
- ・新しい非常食の可能性として、ポップコーン製造機を借りて玄米と小麦のポン菓子を作った。
- ・梅干、漬物などの保存食を活用した。
- ・お茶の代用品として現地でヨモギを採取してヨモギ茶を作った。
- ・評価と課題

いずれも災害時には大きな役割を発揮す



ポップコーン製造機

(以下の写真は中筋章夫氏より提供)

ことが確認された。一般の非常食だけで数日間をまかなうことは実際上不可能であり、現地にある穀物、野菜、野草、保存食を活用するシステムを日常的に準備しておくことが重要である。ポップコーン製造機は、米の輸入自由化に対する代償措置（国産米消費拡大策）として各地に配備されているが、ほとんど活用されていないのが現状である。しかし、災害時にお菓子類が不足している状況では威力を発揮する可能性が十分ある。配備状況の確認、砂糖以外のまぶし材の開発が必要である。

(2) エネルギー

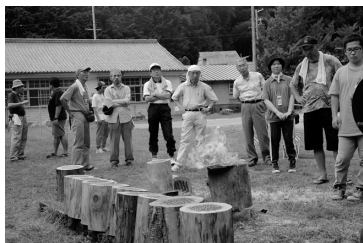
- ・ 熱エネルギーについては新規に開発した簡易丸太コンロと簡易薪ストーブを活用した。
- ・ 電気についてはガソリン発電機、ディーゼル発電機、小型風力発電機、ハイブリッドカー、市販の手回し発電機を用意した。
- ・ 評価と課題

コンロとストーブについては何度も実験済みであり、十分な効果を発揮した。熱エネルギーの確保についてはこれで十分と思われる。（詳細についてはⅢ.を参照）電気については、ディーゼル発電機は音がうるさく使用を控えた。また、風力は

風が十分に吹かず発電ができなかった。自然エネルギーを活用する場合には、風力と太陽光のハイブリッドおよびマイクロ水力が有効と思われる。今回の実験ではハイブリッドカーの発電機能の実用性が極めて印象的であった。非常時に車として利用するとともに発電機としても利用可能であり、省エネだけでなく災害対応の車両として位置づける必要がある。



簡易薪ストーブ



丸太コンロ

(3) 水

- ・水道は使わずに近くの沢水を利用した。
- ・飲料用は小石、砂、炭を使った手作り簡易浄水器を通したうえで煮沸・冷却してポリ容器へ、その他の用途のものは沢水をそのまま使用した。



簡易浄水器

- ・評価と課題

近くの沢水が利用可能で幾らかは楽であったが、事前の想定通りに熊野川支流から水を運ぶとすれば極めて厳しい作業になったであろう。近辺に川がない状況も想定して井戸と雨水を利用するシステムを整備することが重要である。また、今回は実験していないが、泥水でも使用可能な簡易浄水システムの開発が必要であろう。

(4) 通信・情報伝達

- ・通信手段としてトランシーバと自治体所有の衛星携帯を利用した。
- ・孤立集落の情報伝達手段として、新規に開発した救難サインの視覚実験を行った。夜間に熊野川の河川敷に最新式の蓄光型および光再帰型のものを配置して橋上から、また昼間には畑地で手拭いを使った原始的なものを配置し、無人ヘリを飛ばして上空からビデオ撮影を行った。



救難サイン（夜間：蓄光型と光再帰型）

- ・評価と課題

救難サインは昼夜とも明確に判別可能で、実用性は十分あることが分かった。河川敷、田畑、道路、グラウンドなど土地条件に



救難サイン（昼間）

応じてどのような配色が目立つのか、図形の簡素化をどうするのかなどが

今後の課題になる。(詳細についてはⅢ.を参照)

(5) 運輸・交通

- ・河川を利用した輸送として、今回は新宮市から観光用の川舟を借りて非常食と炭を運んだ。水量が少ない場合には川舟を利用できない可能性があるため、途中でホバークラフトに荷を積み替えて現地まで運んだ。



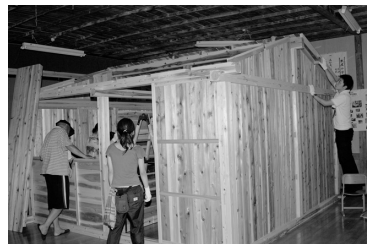
川舟とホバークラフト

(6) 居住

- ・川原屋（8 畳間）を 2 回にわたって組み立てと解体を行った。川原屋とはクギを一切使わない組立式の簡易家屋であり、熊野川の河川敷で営業用の簡易店舗として活用されていたものである。
- ・雨対策のブルーシート組み立てに竹を利用した。
- ・トイレについては、市販の簡易ダンボールトイレも一部利用した。
- ・評価と課題



川原屋（組立て開始）



川原屋（完成直前）

川原屋は素人でも組み立てに 1 時間強（2 回目）、解体に数十分という驚異的な時間で可能であり、実用性が明確になっ

た。平時には建築関係の学生の指導教材や観光土産店などに利用しながら、非常時に簡易避難所として活用するシステムは十分検討に値する。竹については、簡易な生活の場を確保するうえで多面的な利用が可能であり、体育館での間仕切りをふくめて利用マニュアルを作る必要がある。ダンボールトイレは、組み合わせ部分が外れやすいなど構造上の問題があった。他の

類似品も含めて実験し、改善点を明らかにする必要がある。

(7) 全体のまとめ

今回の合宿は、農山村の孤立集落対策を主要テーマに熊野川町の廃校舎を利用して行った。周辺には森林、田畑、沢水があり、「食糧・エネルギー・水の地域自給」という点では十分可能性があることが分かった。上空からの被災状況の判定についても、救難サインの有用性が確認できた。今回は小型の無人ヘリによる確認であったが、次回は本物のヘリによる確認が必要である。河川の活用方法、川原屋の有用性も確認できた。

長期の孤立を想定して事前にきちんと体制を整備しておけば、少なくとも農山村部においてはかなりの程度地域にある資源を活用して“サバイバル”できることが今回の実験で確認できたと思われる。

今後の課題としては以下の4点があげられる。

①燃料と電気の確保

小型発電機とハイブリッドカーはきわめて有効であるが、すべての避難所に配置することは實際上困難であるし、またガソリン、軽油の備蓄をどうするかという問題もある。小規模な自然エネルギーの活用と効率的な人力発電機の開発が必要と思われる。また、車輛、船舶をふくめ燃料の備蓄体制をどうするかは今後の大きな課題である。

②暑さ対策

今回の合宿は真夏の炎天下の作業になり、熱中症や脱水が心配された。対策として味噌汁による塩分補給、自家製梅ジュースの早めの補給などを心掛けた。途中で水の差し入れもあり倒れる人はいなかったが、高齢者、病弱者、幼児などに対する暑さ対策はきわめて重要な課題になると実感できた。簡易冷房システムの開発が急務である。

③「災害弱者」対策

今回は学生を中心に健康な大人のみの合宿であったが、実際の避難所では多様な「災害弱者」が集まる。彼らの多様なニーズに対応できるシステム・

マニュアル作りが必要になる。

④都市型避難所

今回は農山村型の避難所の実験であったが、都市の避難所ではまったく異なる状況が生まれるはずである。基本的な食糧・エネルギー・水の確保についても周辺からの調達は困難であり、独自のシステム作りを考え実験していく必要がある。

Ⅲ. 新たな防災グッズの開発

和歌山県の地勢は非常に特徴的である。紀伊半島の西部から南部を回り込むように位置し、面積の大半は1,000メートルを越える山々が連なる山岳地帯である。一方、海側は648kmにも及ぶリアス式海岸を有している。極端に平野部が少なく、特に南部の地域は殆ど平地が見られない。その極端に狭い平野部に人口が集中し、眼前に太平洋（紀伊水道・熊野灘）が大きく広がる。このことは、和歌山県の地勢が常に自然災害の脅威と対峙していることを意味する。

もとより和歌山県は、日本に上陸する台風の進路に位置し、それによる被害は甚大で多くの県民が苦しめられてきた。また集中豪雨などにより、土石流・地滑り・急傾斜崩壊などの土砂災害が発生する恐れのある土砂災害危険箇所が、県内で約18,487ヶ所（全国6位）⁽⁹⁾にも及ぶ。

このような台風や集中豪雨などによる気象災害に加え、近年、非常に懸念されているのが東南海・南海地震などの巨大地震の発生である。和歌山県は東海・東南海・南海地震の震源近くに位置し、30年以内に超巨大地震が発生する確率は、南海地震で約50%程度（推定規模はM8.4程度）、東南海地震で約60%程度（推定規模はM8.1程度）⁽¹⁰⁾と予想されている。

防災グッズの開発を考える上で、この東南海・南海地震などの巨大地震が発生した場合、和歌山県の地勢から引き起こされるであろう二つの事態を想定す

(9) 和歌山県県土整備部河川下水道局砂防課資料。

(10) 平成16年12月・政府地震調査研究推進本部・地震調査委員会資料。

る必要がある。

第一の想定は、震災直後から一週間程度は和歌山県内各地に激しい強い揺れと大津波などにより、家屋の倒壊、道路の破壊、主要ライフラインの遮断などが発生して多くの地域が孤立化し、サバイバル状態に陥るということである。

第二の想定は、孤立化した多くの地域、特に山間部の救援活動は、震災直後から自衛隊や救助関係機関のヘリによる救援活動に全面的に依存しなければならないことである。

本章では、これら二つの事態を想定した上で開発された丸太コンロ及び薪ストーブと救援ヘリ用救難サインの開発への取り組みと実用性について検証を行う。

1. 備蓄燃料の開発と実用性の検証

阪神・淡路大震災の教訓：避難所に備蓄燃料と簡便な調理器具は欠かせない

阪神・淡路大震災の大きな教訓の一つが、ライフラインが破壊された時ガスなどに代わる備蓄燃料と簡便な調理器具が必要である、ということである。阪神・淡路大震災時、避難所に薪や簡便な調理器具が備わっていれば、炊飯が可能となり最低限の暖かい食事と暖を取ることができた。暖かい食事と暖を取ることができれば、心身ともに疲れ切った多くの被災者を「実用の面」のみならず「心理面」からも力強く支えることができる。

和歌山県や県下各市町村から市民向けに災害時に備えるための啓発冊子が数多く配布されている。しかし、なぜかどの冊子にも、避難所や家庭用の熱源（燃料）の備蓄として、家庭用卓上コンロとガスボンベが推奨されている。大災害時、避難所（50人程度の小規模避難所）に避難し、それらを使って50人程度の食事の炊飯を行えば、おそらく一日で家庭用ガスコンロとガスボンベは用をたさなくなるであろう。50人程度の食事のための炊飯でさえ、かなりの熱量を要するのである。そして厳しい冬場の暖房に家庭用卓上コンロでは全く用を足さないことは論を待たない。

備蓄燃料として家庭用卓上コンロとガスボンベを全面的に否定はしないが、避難所の熱源としては非現実的な選択だと思う。

丸太コンロの開発

避難所の備蓄燃料として開発に取り組まれたのが丸太コンロである。丸太コンロは当初、和歌山県内からでる端材などの未利用木質資源を、燃料として有効活用する目的で開発が進められていた。開発途上で、この丸太コンロの火力、燃焼時間、使い勝手の良さ、安全性をもってすれば、避難所の熱源として最適だと考えた。そこで和歌山大学防災研究教育プロジェクト・防災グッズ開発チーム（2004年4月発足／以降、和太チームと略す）は、丸太コンロの開発に本格的に取り組む、改良を重ね、避難所の備蓄燃料及び簡便な調理器具としての丸太コンロの基本モデルを完成させた。

ここで丸太コンロの概要を説明する。丸太コンロの寸法は、直径約30㍍前後、高さ約30㍍前後の丸太である。形状はフリーサイズであるが、上記の寸法が使いやすいと手頃な寸法である。丸太コンロの丸太は主に杉の端材を利用しているが、樹種は問わない。あらゆる木の端材が丸太コンロの材料として利用できる。

丸太コンロの燃焼時間は、約1時間30分である。丸太コンロは、簡単に着火でき、丸太の中心部から外側に向かって燃焼する。燃焼する丸太上部に火ばさみを置いて、ヤカン、鍋、金網、鉄板、フライパンなどの調理用具を乗せれば、湯沸かしから始まって料理全般（煮物・焼き物・揚げ物など）ができ、簡易調理器具として使用できる。一度着火すると強風の中でも火が消えず、火勢も衰えず燃焼し続けて、火の粉も飛散しない。また、燃焼している時でも丸太コンロを両手に持って持ち運びもできる。

《丸太コンロの製作方法／丸太上部の加工》

- ①丸太上部の外側の円周の縁から約5㍍程度を残し、チェーンソーを使用して、丸太上部から下部に向かって垂直にスリットを入れる。スリットの深さは上部から下部に向かって約三分の二程度の深さにする。

②次々に①と同様にチェーンソウを使用し、丸太の上部から下部に向かって垂直にスリットを入れていく。

※丸太を上部から見ると外側の円周の縁から約5割程度を残し、スリットが格子状に入っている状態になる。

《丸太コンロの製作方法／丸太下部の加工》

①丸太下部の外側の円周の縁から約10割程度を残し、チェーンソウを使用して、丸太下部から上部に向かって垂直にスリットを入れていく。スリットの深さは下部から約三分の一強の深さにする。

②次々と①と同様にチェーンソウを使用し、4～5本スリットを入れていく。スリットの深さはいずれも下部から約三分の一強の深さまで入れ、上部から入れられたスリットと交わるよう入れていく。その理由は、丸太下部のスリットから上部のスリットに向かって空気の通り道を確保するためである。

薪ストーブの開発

もう一つの備蓄燃料として薪があげられる。未利用木質資源の代表格である間伐材や木の端材を薪として利用する。薪は、一昔前まではどの家庭でも燃料として利用されていた優れた燃料の一つである。それを災害時の避難所の熱源として利用しない手はない。その薪を利用する場合、効率よく燃焼させるためにシンプルな構造で実戦的な薪ストーブが必要となる。そのために和太チームは薪ストーブの開発にも取り組んだ。

《薪ストーブの製作方法》

薪ストーブの部材は、全て鉄でできている。その製作方法は、まず、一枚板の鉄板を折り紙細工のように長方体に折り曲げ溶接する。そして長方体の前方に開閉が自由な大きめの薪の投入口と空気吸入調整口を取り付ける。長方体の後方に煙突部を取り付け蓋をし、四隅に足をつける。ただこれだけである。非常にシンプルな構造である。

この薪ストーブの特徴は、ストーブ上部の天板の着脱が可能なことである。例えば、一枚の天板は、上部に鍋やフライパンを乗せて調理ができるように円形の穴が2ヶ所あけられている。もう一枚の天板は、フラットな鉄板の一枚板で、焼きそばや焼き肉などが簡単に調理できる。

この薪ストーブは非常に火力が強く、家庭用ガステーブルと比較して勝るとも劣らない調理機能を持つ。また、鉄製にしては軽量・コンパクトな仕上がりで、持ち運びが自由にできるよう作られている。さらに、丈夫・安全・安価で、燃料の薪の熱効率の良さを最大限引き出せる。丸太コンロ同様、災害時の調理器具として十二分に威力を発揮することができる。また、暖房機能も非常に優れており、避難所生活に最低1台用意しておけば厳しい冬の寒さを凌げるだけの強い暖房能力を有している。

丸太コンロと薪ストーブの実用性の検証

2005年8月9日から8月11日に熊野川町で催された和歌山大学・三重大学・NPO 共育学舎主催の「防災合宿 in 熊野川」において、丸太コンロと薪ストーブの実用性が検証された。

この合宿は、東南海・南海地震の大災害により主要ライフラインが遮断され、地域が完全に孤立化した状態を想定したサバイバル防災合宿である。合宿期間中、ガスなどに替わる代替熱源として丸太コンロと薪ストーブが使用された。既に丸太コンロと薪ストーブの燃焼実験は度々行われ、その実用性の高さは検証済みである。しかし、今回の合宿には約40人強（日により合宿参加者が増減した）が参加した。いわば、小規模な避難所生活の再現といっても良く、より実際の避難所生活に近い環境でよりリアルな検証を行うことができた。

夏の盛りの合宿であり、特に、水の確保は重要であった。ヤカンに入れた沢の水を丸太コンロで沸騰させ飲料水として使用した。丸太コンロの火力は強く、ヤカンに入れた沢の水は約10分程度で沸騰した。より実戦的な場においても丸太コンロの力は発揮され、大災害時の熱源確保のための防災グッズとして高い

評価を与えることができると考えている。

一方、薪ストーブは、合宿参加者約 40 人強の三度三度の食事の炊飯のために使用され、合宿期間中、延べ人数約 260 人分の炊飯をこの薪ストーブ 1 台でほぼ賄うことができた。

合宿期間中の薪は、薪ストーブ用に特別に用意された薪でなく、合宿所に置かれていた端材を薪として利用した。そのような端材でも十分に薪として使用でき、薪ストーブの性能の良さを再確認することができた。薪ストーブも丸太コンロ同様非常に高い評価を与えることができると考えている。夏の防災合宿であり、丸太コンロと薪ストーブの暖房能力について検証されていないが、冬季の避難所の寒さ対策に威力を発揮し、暖房に役立つことはいうまでもない。

丸太コンロと薪ストーブは実証の段階から実用の段階に移行しつつある。今後、丸太コンロと薪ストーブを和歌山県内の避難所（大小併せて約 2,000 ヶ所）の備蓄用品として採用するよう和歌山県内の各市町村や自治会などに働きかけたいと考えている。

災害に備え備蓄燃料を!

● 未利用木質資源（間伐材や木の端材など）を有効活用した"丸太コンロ"

● 和歌山大学・地域貢献特別支援事業において開発（開発協力/未利用木質資源研究会）された"丸太コンロ"

和歌山大学モデル



木

keep

ふ



和歌山大学
waka university

1個 **1,575円** (税込)

送料別

- ・ 火付けが簡単、風にも強く、火の粉が飛ばず安全！
- ・ 火力が強く、約1時間30分前後の長時間燃焼！
- ・ 災害時の備蓄燃料、アウトドアの暖房と調理器具にも最適！

製造・販売／NPO法人 和歌山県木質資源開発機構

640-8227 和歌山市西丁丁26番地 和歌山県経済センター5F

電話 073-425-8700 FAX 073-425-7725

2. 救難サインの開発と実用性の検証

東南海・南海地震発生時の自衛隊や各救助関係機関の救援活動

自衛隊や各救助関係機関は、自治体からの災害派遣要請に呼応し、陸路からの救援活動、救援機による空からの救援活動、艦船による海からの救援活動が一斉に展開される。

和歌山県の場合、東南海・南海地震が発生すれば、その地勢から、激しい強い揺れと大津波により沿岸部の主要幹線道路や山間部の道路が破壊、寸断されることは確実視されている。そのために自衛隊や各救助関係機関は、主要幹線道路の復旧に全精力を傾け、陸路を確保し、大量の救援物資の輸送や自衛隊員などのマンパワーの配備をめざす。陸路が確保されるまでの間は、自衛隊や各救助関係機関の救援活動は救援ヘリが中心となる。

特に、孤立化した山間部の救援活動は、自衛隊や各救助関係機関の救援ヘリによってのみ可能となる。この「山間部の孤立化」は、新潟県中越大地震の際に引き起こされた「集落の孤立」とは比較にならない大規模なものとなるであろう。各所で孤立化した地域住民は、その間、ただひたすら外部からの救援を待つだけとなる。

孤立した地域住民は、地震発生時から一週間程度はサバイバル生活を強いられる公算が非常に高くなる。救援ヘリの活動次第では、山間部の被災者の生死が左右されかねない。したがって和歌山県の場合、救援ヘリの果たす役割は非常に重要となる。

そこで和歌山県の公共機関が保有するヘリの機数・日本の公共機関が保有するヘリの機数・自衛隊が保有するヘリの機数を確認しておく。東南海・南海地震が発生し、和歌山県から自衛隊や各救助関係機関などに災害派遣要請がなされれば、下記に記したヘリの中から数十機が和歌山県に飛来し、救援活動が行われることは間違いない。

○和歌山県の公共機関が保有するヘリは、防災ヘリ 1 機、ドクターヘリ 1 機、警察ヘリ 1 機の合計 3 機である。⁽¹¹⁾(2005 年 9 月現在)

○全国の公共機関が保有するヘリは、消防ヘリ 42 機、防災ヘリ 27 機⁽¹²⁾、警察ヘリ 95 機⁽¹³⁾、ドクターヘリ 1 機／公共医療機関では和歌山県立医科大学のみ⁽¹⁴⁾、海上保安庁ヘリ 74 機である⁽¹⁵⁾。(2005 年 4 月現在)

○阪神・淡路大震災時、陸上自衛隊が保有していたヘリは 453 機である。このうち空中消火に投入できるヘリは大型ヘリ 52 機、中型ヘリ 135 機の合計 187 機である。海上自衛隊が保有していたヘリは 115 機、航空自衛隊が保有していたヘリは 43 機である⁽¹⁶⁾。

救援ヘリに対応する救難サインの必要性について

前述した通り、孤立化した山間部の救援活動は、自衛隊や各救助関係機関の救援ヘリによる偵察活動並びに救援活動が主体となる。

典型的な海溝型地震である東南海・南海地震がひとたび発生すれば、和歌山県はもとより、近畿・四国・中部地方など広域にわたり大きな被害が発生する。その場合、救援ヘリによる救援活動は近畿・四国・中部地方に分散せざるをえない。自衛隊や各救助関係機関が保有するヘリコプターの機数をもってしても絶対数が不足する事態が生じる。このような事態では、救援ヘリの活動は上空から被災状況を把握し、被災程度に応じた救援活動にならざるをえない。その場合、救援ヘリの救援活動には厳しい優先順位がつくことも覚悟しなければならない。そのような点から、孤立した山間部の被災状況を的確に救援ヘリに知らせることができれば、救援ヘリの救援活動は最大の効果が得られる。そのため的手段として、新潟県中越地震の際、孤立した山古志村の村民が地上に「SOS」の文字を描いたように、地上に「SOS」などの文字を大きく描くか、何か目立つも

✓(11) 和歌山市消防局指令課の聞き取り。

(12) 和歌山市消防局指令課の聞き取り。

(13) 和歌山県警察航空隊の聞き取り。

(14) 和歌山県立医科大学付属病院・病院課の聞き取り。

(15) 海上保安庁政策評価広報室『海上保安庁』2005 年、25 ページ。

(16) 小川和久『ヘリはなぜ飛ばなかった』文芸春秋、1998 年、39 ページ。

のを救援ヘリに向かって大きく振ることになる。しかし、救援ヘリは、この程度の表現だけでは被災状況の確かな情報を得たことにはならない。

そこで孤立した被災地の被災状況をシンプルな救難サインに置き換え、その救難サインを救援ヘリが目視できれば、救援ヘリは被災状況の確かな情報を得ることができる。その結果、救援ヘリは最も救援が急がれる被災地を特定し、迅速な救援活動を行うことが可能となる。このような観点から、和大チームは議論を重ね、孤立した被災地の多様な情報を救援ヘリに情報発信するための救難サインの開発に取り組むことになった。なお、救援ヘリ関連の複数の関係者に救難サインの有効性について聞き取り調査を行ったが、いずれも救難サインは有効である、との見解であった。⁽¹⁷⁾

救難サインの開発

和大チームは、救難サインの製品開発を行う上で二つの点を重視した。

一点目は、救難サインのデザインをシンプルにすることである。

救援ヘリのクルーが上空から被災地の救難サインを目視した時、瞬間に救難サインを正確に識別することができる必要があるからである。

二点目は、大災害時、陸上自衛隊の救援ヘリは夜間飛行を行うので、救難サインは昼夜に関係なく救援ヘリから目視できることである。

※公共機関の防災ヘリ、消防ヘリ、ドクターヘリ、警察ヘリは原則として二次災害を防止するために夜間飛行は行わない。但し、東南海・南海地震などの大災害の発生時には夜間飛行も検討する。しかし、夜間飛行を必ず行うとは限らない、とのことである。⁽¹⁸⁾

そして夜間対応の救難サインの開発には、一つの条件を満たす必要があった。被災地のライフラインが破壊されていることが大前提なので、夜間対応のため

(17) 和歌山県防災航空センター、和歌山市消防局指令課、和歌山民間救援隊（航空隊スタッフ／榎谷精工株式会社）の聞き取り。

(18) 和歌山県総務部危機管理局消防保安課、和歌山市消防局指令課の聞き取り。

の光源として電力を使用することはできない。したがって、暗闇の中でも救難サインが自ら光を発するか、または救援ヘリの投光機の光が少しでもサインに当たると光が救援ヘリに鋭く再帰し、救援ヘリが救難サインを目視できる必要がある。そのような理由で、救難サインは、サイン自らが光を蓄え光を放つ蓄光素材および救難サインに光を投射すると光りが投射した方向に反射する光再帰反射型のシート素材がどうしても必要になる。そこで、和太チームは、従来にない超広角（14°）再帰反射素材を使用し、新しいプリント技術を開発した写真プリント機器メーカーのグループ会社の担当者に救難サインの製品開発の協力を依頼した。結果、この協力依頼は快諾して頂き、新開発の素材とプリント技術の応用で夜間対応が可能な光再帰反射型の救難サインのサンプルを完成することができた。

《救難サイン例》

- ※「行方不明者が○人いる」
- ※「死者が○人いる」
- ※「一刻を争う重体の人が○人いる」
- ※「命に支障はないが重傷者が○人いる」
- ※「全員、大丈夫である」
- ※「飲み水がない」
- ※「食べ物がない」

（救難サインのサンプルの実寸は一辺 1 メートルの正方形である。ヘリポートの着陸 H マークの一辺の長さは

約 4 メートルあり、救難サインも同等の大きさに拡大する必要がある）

山間部における救援機用ピクトグラムサイン

〈sample〉

	死者		
	重体		
	重傷		
	軽傷		
	ケガ人無し		
	行方不明者		
	フード		ドリンク

各1枚 1200×1200

救難サインの実用性の検証

「防災合宿 in 熊野川」において、救難サインのサンプルの実用性も検証された。

合宿初日の夜、暗闇の熊野川の河川敷におかれた蓄光型サインと光再帰反射型サインを約 50 メートル離れた橋の上から明確に目視、認識することができ、その実用性が十二分に確認できた。

また翌朝、畑で光再帰反射型サインのサンプルと手ぬぐいで形どった救難サインを、救援ヘリに見立てたラジコンヘリを使って、約 30 メートルの上空からビデオ撮影を行った。夜間と同様に明確に救難サインを認識することができ、昼間の実用性も十二分に確認できた。

今後、さらに救難サインのデザイン、色彩、素材、寸法などに改良を加え、和歌山大学モデルの救難サインが国内統一基準（世界規準も視野に）の救難サインに採用されるよう、自治体や国に働きかける必要がある。

おわりに：“防災コミュニティから環境コミュニティへ”

東海・東南海・南海大地震が発生した場合、多くの地域が外部からの救援がないまま長期にわたって孤立することが予測される。このような事態に対処するためには、基本的に地域にある資源を活用しながら自力で“サバイバル”できるシステムを事前に準備しておくことが必要である。「食糧・エネルギー・水の地域自給」がその最も重要なキーワードであり、地域にある資源——森林、田畑、小川、地下水など——を日常的に活用しながら非常事態に備えることが災害に強いコミュニティづくりのベースである。そして、それはそのまま環境問題に対応する「循環型社会」の基盤になることを確認しておきたい。

海外からの石油・資源輸入に依存した大量生産——大量廃棄型の社会システムはすでに限界にぶつかり、21 世紀は「食糧・エネルギー・水危機の時代」になるであろうと言われている。それに代替する新たなモデルとして循環型社会への移行が重要な課題になっているが、日本には豊かな森林資源と土壌・農地がありながら海外からの輸入品に圧倒されて放置されているのが現状である。

国内にある資源を活用しながら循環型社会へ移行するためのアプローチとして、「防災コミュニティ」すなわち地域資源を活用した災害に強い地域づくりはきわめてリアリティのあるテーマである。“ライフラインからライフスポットへ”という問題設定は、そのまま“防災コミュニティから環境コミュニティへ”という課題に発展する。今後の課題としたい。